



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 41 01 630.0-24  
22 Anmeldetag: 21. 1. 91  
43 Offenlegungstag: 12. 12. 91  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 4. 92

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Innere Priorität: 32 33 31  
08.06.90 DE 40 18 360.2

73 Patentinhaber:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung eV, 8000 München, DE

74 Vertreter:  
Tegel-Küppers, L., Dipl.-Ing.Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8028  
Taufkirchen

72 Erfinder:  
Baumeister, Joachim, Dipl.-Phys., 2820 Bremen, DE;  
Schrader, Hartmut, Dr.-Ing., 2822 Schwanewede, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
US 30 87 807  
HAUSNER, H.H.: Handbook of Powder Metallurgy,  
1973, S. 434-437, 455;

54 Verfahren zur Herstellung aufschäumbarer Metallkörper und Verwendung derselben

57 Es wird ein Verfahren zur Herstellung aufschäumbarer  
Metallkörper vorgestellt. Die aus mindestens einem Metall-  
pulver und mindestens einem gasabspaltenden Treibmittel-  
pulver hergestellte Mischung wird entweder zu einem  
Halbzeug heißkompaktiert oder gewalzt. Das Verfahren wird  
bei einer Temperatur, bei der die Verbindung der Metallpul-  
verteilen überwiegend durch Diffusion erfolgt und bei  
einem Druck, der hoch genug ist, um die Zersetzung des  
Treibmittels zu verhindern, durchgeführt, derart, daß die  
Metallteilchen sich in einer festen Verbindung untereinander  
befinden und einen gasdichten Abschluß für die Gasteilchen  
des Treibmittels darstellen.  
Die so hergestellten Metallkörper können durch Aufheizen  
auf eine Temperatur oberhalb der Zersetzungstemperatur  
des Treibmittels und anschließendes Abkühlen zur Herstel-  
lung von porösen Metallkörpern verwendet werden.

*Prüf 141049 enthält, kein Ein-  
spruch, alles*

DE 41 01 630 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung aufschäumbarer Metallkörper und deren Verwendung.

Aus der US-PS 30 87'807 ist ein Verfahren bekannt, nach dem die Herstellung eines porösen Metallkörpers beliebiger Form möglich ist. Danach wird eine Mischung aus einem Metallpulver und einem Treibmittelpulver mit einem Preßdruck von mindestens 80 MPa im ersten Schritt kalt kompaktiert. Durch anschließendes Strangpressen wird sie um mindestens 87,5% umgeformt. Dieser hohe Umformgrad ist notwendig, damit durch die Reibung der Teilchen aneinander während des Umformprozesses die Oxidhäute zerstört und die Metallteilchen miteinander verbunden werden. Der so hergestellte extrudierte Stab kann durch Erwärmung auf mindestens die Schmelztemperatur des Metalles zu einem porösen Metallkörper aufgeschäumt werden. Die Aufschäumung kann in verschiedenen Formen erfolgen. Nachteilig ist, daß dieses Verfahren aufgrund seines zweistufigen Kompaktierungsvorganges sowie des erforderlichen sehr hohen Umformgrades aufwendig und auf durch Strangpressen herstellbare Halbzeuge beschränkt ist. Bei dem in dieser US-PS offenbarten Verfahren sind nur Treibmittel verwendbar, deren Zersetzungstemperatur oberhalb der Kompaktierungstemperatur liegt, da sonst das Gas während des Aufheizvorganges entweichen würde. Gerade aber sind Treibmittel, deren Zersetzungstemperatur unterhalb der Kompaktierungstemperatur liegt, für viele Metallarten geeignet und preisgünstig. Während des auf den Kompaktierungsvorgang folgenden Vorganges des Aufschäumens entsteht ein poröser Metallkörper mit offener Porosität, wobei die Poren offen oder miteinander verbunden sind. Der Extrusionsvorgang nach dem in der US-PS beschriebenen Verfahren ist notwendig, da die Verbindung der Metallteilchen durch die bei dem Extrusionsvorgang auftretenden hohen Temperaturen und durch Verschweißen der Teilchen miteinander entsteht. Da aus obengenannten Gründen die für die Verbindung der Teilchen notwendige Temperatur nicht beliebig hoch angesetzt werden kann, muß mit sehr hohen Umformgraden gearbeitet werden, damit eine möglichst gute und gasdichte Verbindung der Metallteilchen untereinander entsteht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung aufschäumbarer Metallkörper anzugeben, welches preisgünstig, einfach in der Anwendung, ohne hohen umformtechnischen Aufwand durchführbar und gleichzeitig für Treibmittel mit niedriger Zersetzungstemperatur anwendbar ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Verwendung der so hergestellten aufschäumbaren Körper vorzuschlagen.

Diese Aufgabe ist durch die in den Ansprüchen 1 und 4 und in dem Verwendungsanspruch angegebene Erfindung gelöst. Die Unteransprüche stellen vorteilhafte Weiterbildungen dar.

Danach wird zunächst eine Mischung aus einem oder mehreren Metallpulvern und einem oder mehreren gasabsplattendenden Treibmittelpulvern hergestellt. Als Treibmittel können Metallhydride, wie z. B. Titanhydrid, Karbonate, z. B. Calciumcarbonat, Kaliumcarbonat, Natriumcarbonat, Natriumbicarbonat, Hydrate, z. B. Aluminiumsulfathydrat, Alaun, Aluminiumhydroxid oder leicht verdampfende Stoffe, z. B. Quecksilberverbindungen oder pulverisierte organische Substanzen eingesetzt werden. Diese intensiv durchmischte Pulvermischung wird durch normales oder isostatisches Heißpressen zu

einem kompakten, gasdichten Körper verdichtet. Bei dem Kompaktierungsvorgang ist erfindungsgemäß von ausschlaggebender Bedeutung, daß die Temperatur so hoch gewählt wird, daß die Verbindung zwischen den einzelnen Metallpulverteilen überwiegend durch Diffusion erfolgt, unabhängig von der Ausgestaltung der Oxydhäute. Weiterhin ist es wesentlich, daß der Druck so hoch gewählt wird, daß die Zersetzung des Treibmittels verhindert wird und ein Körper entsteht, bei dem die Metallteilchen sich in einer festen Verbindung untereinander befinden und einen gasdichten Abschluß für die Gasteilchen des Treibmittels bilden. Die Treibmittelteilchen werden also zwischen den miteinander verbundenen Metallteilchen "eingeschlossen", so daß sie erst bei einem späteren Schritt des Aufschäumens Gas freisetzen. Somit können auch Treibmittel eingesetzt werden, deren Zersetzungstemperatur unterhalb der Kompaktierungstemperatur liegt. Durch die Anwendung des hohen Druckes zersetzen sich diese Treibmittel nicht. Diese erfindungsgemäße Maßnahme erlaubt den Einsatz von Treibmitteln, deren Auswahl nur nach der Verträglichkeit mit dem Metallpulver bzw. nach der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens gewählt werden können. Durch die Wahl der Verfahrensparameter Temperatur und Druck wird erreicht, daß ein Körper entsteht, welcher eine gasdichte Struktur aufweist. Weiterhin wird dadurch, daß die Treibmittelteilchen zwischen den Metallteilchen "eingeschlossen" bleiben, verhindert, daß vorzeitig Treibgas aus dem kompaktierten Körper entweicht. Demnach sind die erforderlichen Treibmittelmengen gering. So reichen Treibmittelanteile in der Größenordnung von wenigen Zehntel Gewichtsprozent aus, weil der kompaktierte Körper vollständig verdichtet ist und das Treibgas nicht entweichen kann. Als besonders günstig haben sich Treibmittelmengen von 0,2 bis 1% erwiesen. Es muß nur die Menge Treibmittel zugegeben werden, die zur Herstellung einer Schaumstruktur notwendig ist. Weiterhin ist es vorteilhaft, daß aufgrund der gewählten hohen Temperatur und der Anwendung des hohen Druckes der Kompaktierungsvorgang in kurzer Zeit erfolgt.

Ein vorteilhaftes Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß nach Beendigung des Heikompaktierungsvorganges sowohl die Wärmeeinwirkung als auch die Druckeinwirkung gleichzeitig aufgehoben werden. Der noch heiße Metallkörper behält seine Form, obwohl keine Druckeinwirkung mehr stattfindet. Das bedeutet, daß die Metallteilchen einen solchen dichten Abschluß für die Treibmittelpulverteilen bilden, daß keine Expansion des Treibmittels, auch bei erhöhter Temperatur stattfindet. Der so hergestellte Metallkörper ist formstabil und behält seine Form auch unter erhöhter Temperatur und ohne Druckeinwirkung.

Ein weiteres Verfahren zur Herstellung aufschäumbarer Metallkörper ist das Walzen bei erhöhter Temperatur einer aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem Treibmittelpulver bestehenden Pulvermischung. Dabei entsteht eine Verbindung der Metall- und Treibmittelpulverteilen im Walzspalt. Hierbei tritt für den Fachmann überraschend die Diffusion zwischen den Teilchen bereits bei niedrigeren Temperaturen, bei Aluminium im Temperaturbereich um etwa 400°C, in ausreichendem Maße auf. Diese Vorgänge treten insbesondere in den Oberflächenschichten auf. Als besonders vorteilhaft bei Aluminium hat sich der Temperaturbereich zwischen 350°C und 400°C erwiesen. Durch Zwischenerwärmung des vorgewalzten Materials nach den einzelnen Walzstichen wird das Entste-

hen von Kantenrissen weitgehend vermieden.

Zur Festigkeitssteigerung der Metallkörper sieht die Erfindung die Zugabe von Verstärkungskomponenten in Form von Fasern oder Partikeln aus geeigneten Materialien, wie z. B. Keramik, vor. Diese werden den Ausgangspulvern beigemischt. Dazu sollten insbesondere die Ausgangsmaterialien und die Aufschäumparameter so gewählt werden, daß eine gute Benetzung der Verstärkungskomponenten durch die Metallmatrix gewährleistet ist. Es ist vorteilhaft, wenn die Fasern bzw. Partikel beschichtet sind (z. B. mit Nickel). Dies gewährleistet, daß die Kräfte aus der Metallmatrix in die Partikel/Faser eingeleitet werden.

Gemäß einer Ausführungsform sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, daß sofern eine Ausrichtung der Verstärkung entlang einer Vorzugsrichtung vorliegen soll, diese durch Umformung des aufschäumbaren Körpers bewirkt wird. Diese Umformung kann z. B. durch Strangpressen oder Walzen erfolgen.

In vorteilhafter Ausgestaltung sieht die Erfindung vor, daß zwei oder mehrere Treibmittel mit unterschiedlichen Zersetzungstemperaturen dem Metallpulver zugemischt werden. Wird ein aus dieser Pulvermischung hergestellter aufschäumbarer Körper erhitzt, so zersetzt sich zunächst das Treibmittel mit der niedrigeren Temperatur und bewirkt ein Aufschäumen. Wird die Temperatur weiter erhöht, zersetzt sich das Treibmittel mit der nächsthöheren Zersetzungstemperatur und bewirkt ein weiteres Aufschäumen. Das Aufschäumen erfolgt in zwei oder mehreren Stufen. Solche stufenweise expandierenden aufschäumbaren Metallkörper finden eine besondere Anwendung z. B. im Brandschutz. Vorteilhaft liegt die Aufheiztemperatur im Temperaturbereich des Schmelzpunktes des verwendeten Metalles bzw. oberhalb oder im Solidus-Liquidus-Intervall der Legierung.

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß es nun möglich ist, Körper herzustellen, welche über ihren Querschnitt eine sich kontinuierlich oder diskontinuierlich verändernde Dichte aufweisen, sogenannte gradierte Werkstoffe. Dabei wird eine Zunahme der Dichte zum Rand des aufschäumbaren Körpers hin bevorzugt, da hier die primäre Beanspruchung erfolgt. Weiterhin bietet ein aufschäumbarer Körper mit einer massiven Deckschicht oder einer Deckschicht höherer Dichte Vorteile hinsichtlich des Fügens und des Verbindens mit artgleichen oder artfremden Werkstoffen. Wird der Vorgang des Heißkompaktierens in einer Form durchgeführt, wobei die Pulvermischung ganz oder teilweise durch ein treibmittelfreies Metall oder Metallpulver umgeben ist, so bilden die treibmittelfreien Metallschichten jeweils eine feste, wenig poröse Außenschicht bzw. Bodenschicht oder Deckschicht, zwischen denen sich eine Schicht befindet, welche nach einem Aufschäumvorgang eine hochporöse Metallschaumschicht bildet. Durch das Herstellen des aufschäumbaren Metallkörpers derart, daß der Pulvermischung ein treibmittelfreies Metallstück vorgelagert ist und die Pulvermischung stranggepreßt wird, entsteht ein aufschäumbarer Körper, den das Massivmaterial in Form einer äußeren Schicht umschließt.

Wird ein gemäß der Ausführungsform nach den Ansprüchen 9 und 10 hergestellte Körper zur Herstellung eines porösen Metallkörpers verwendet, so umgibt nach dem Aufschäumen eine wenig poröse äußere Schicht einen Kern aus hochporösem geschäumten Metall. Eine weitere Verwendung des aufschäumbaren Körpers ist

die Herstellung von Metallschäumen mit fester Außenschicht. Der aufschäumbare Körper wird dabei zunächst durch geeignete Verfahren zu einem zylindrischen Stab umgeformt, dieser in ein zylindrisches Rohr eingeführt und anschließend aufgeschäumt. Dieses Verfahren läßt sich auch auf andere Hohlprofile und Formteile übertragen. Weiterhin ist es möglich, einen Integralschaumkörper dadurch herzustellen, daß die Expansion des aufschäumbaren Körpers durch feste Wandungen behindert wird. Sobald die Oberfläche eines zunächst frei expandierenden Schaumes die Wandungen berührt, werden die oberflächennahen Poren durch den inneren Druck des von innen nachschäumenden Materials flachgedrückt und so der zunächst äußere Rand des Formteiles wieder verdichtet. Die Dicke dieses äußeren Randes, welche eine gegenüber dem Werkstückinneren erhöhte Dichte besitzt, kann gesteuert werden über die Zeitdauer in welcher nach dem Kontakt mit den Wandungen das Material von innen nachschäumen kann, bevor das Formteil schließlich abgekühlt wird. Schließlich sind Verfahren möglich, bei denen die Oberfläche des erfindungsgemäßen aufschäumbaren Körpers oder des expandierenden Schaumes durch Kühlung daran gehindert wird, so stark wie in den nichtgekühlten Bereichen aufzuschäumen. Dabei kann die Kühlung durch geeignete Kühlmedien oder durch Kontakt mit kalten Materialien bewirkt werden. Die Kühlung kann auf die gesamte Oberfläche oder auch nur auf Teilbereiche einwirken.

Integralschaumartige Metallkörper lassen sich durch Bekleben eines Metallschaumes mit artgleichen oder artfremden Werkstoffen herstellen. Neben dem Kleben sind auch andere Fügeverfahren und Befestigungsverfahren (Löten, Schweißen, Anschrauben) anwendbar. Schließlich kann ein Metallschaum auch mit Metallschmelzen oder anderen, zunächst flüssigen und dann erstarrenden oder erhärtenden Materialien umgossen werden.

In den nachfolgenden Beispielen wird der Verlauf der erfindungsgemäßen Verfahren dargestellt.

#### Beispiel 1

Eine Pulvermischung der Zusammensetzung AlMg1 mit 0,2 Gewichtsprozent Titanhydrid wurde in eine Heißpreßvorrichtung gefüllt und unter einem Druck von 60 MPa auf eine Temperatur von 500°C erwärmt. Nach einer Haltezeit von 30 Minuten wurde die Probe entlastet, ausgebaut und abgekühlt. Das Aufschäumen erfolgte durch Erwärmung der Probe in einem auf 800°C vorgeheizten Laborofen. Die Dichte des entstandenen Aluminiumschaumes lag bei ca. 0,55 g/cm<sup>3</sup>.

#### Beispiel 2

Eine Pulvermischung der Zusammensetzung AlMg2 mit 0,2 Gewichtsprozent Titanhydrid wurde in der Heißpreßvorrichtung unter einem Druck von 100 MPa und einer Temperatur von 550°C kompaktiert und nach einer Haltezeit von 20 Minuten entlastet und ausgebaut. Das anschließende Aufschäumen der Probe erfolgte durch Erwärmung der Probe in einem auf 800°C vorgeheizten Laborofen und führte zu einem Schaum der Dichte 0,6 g/cm<sup>3</sup>.

#### Beispiel 3

Eine Pulvermischung aus Reinaluminiumpulver und

1,5 Gewichtsprozent Natriumbicarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) wurde in eine Heißpreßvorrichtung gefüllt und unter einem Druck von 150 MPa auf eine Temperatur von 500°C erwärmt. Nach einer Haltezeit von 20 Minuten wurde die Probe ausgebaut und in einem auf 850°C vorgeheizten Ofen aufgeschäumt. Die Dichte des entstandenen Aluminiumschaums lag bei 1,3 g/cm<sup>3</sup>.

#### Beispiel 4

Eine Pulvermischung aus Reinaluminiumpulver und 2 Gewichtsprozent Aluminiumhydroxid wurde in die Heißpreßvorrichtung gefüllt und unter einem Druck von 150 MPa auf eine Temperatur von 500°C erwärmt. Nach einer Haltezeit von 25 Minuten wurde die Probe ausgebaut und in einem auf 850°C vorgeheizten Ofen aufgeschäumt. Die Dichte des entstandenen Aluminiumschaums betrug 0,8 g/cm<sup>3</sup>.

#### Beispiel 5

Ein Bronzepulver der Zusammensetzung 60% Cu und 40% Sn wurde mit 1 Gewichtsprozent Titanhydridpulver vermischt und diese Pulvermischung bei einer Temperatur von 500°C und einem Druck von 100 MPa 30 Minuten lang kompaktiert. Anschließend wurde die kompaktierte Probe in einem auf 800°C vorgeheizten Ofen erwärmt und dadurch aufgeschäumt. Der resultierende Bronzeschaum hatte eine Dichte von etwa 1,4 g/cm<sup>3</sup>.

#### Beispiel 6

Eine Mischung aus 70 Gewichtsprozent Kupferpulver und 30 Gewichtsprozent Aluminiumpulver wurde mit 1 Gewichtsprozent Titanhydrid und diese Pulvermischung bei einer Temperatur von 500°C und einem Druck von 100 MPa 20 Minuten lang kompaktiert. Anschließend wurde die kompaktierte Probe in einem auf 950°C vorgeheizten Ofen erwärmt und dadurch aufgeschäumt. Die Dichte dieser geschäumten Kupferlegierung lag unter 1 g/cm<sup>3</sup>.

#### Beispiel 7

Eine Pulvermischung aus Aluminiumpulver und 0,4 Gewichtsprozent Titanhydridpulver wurde auf eine Temperatur von 350°C erwärmt. Anschließend wurde diese erwärmte Pulvermischung in 3 Stichen gesalzt. Als Ergebnis lag ein Blech vor, welches an ruhender Luft abgekühlt wurde. Aus diesem Blech wurden Abschnitte der Abmessung 100 mm x 100 mm herausgetrennt, wobei die rißbehafteten Randbereiche entfernt wurden. Das Aufschäumen dieser Abschnitte erfolgte frei in einem auf 850°C vorgewärmten Ofen und führte zu Dichtewerten von ca. 0,8 g/cm<sup>3</sup>. In einer Abwandlung des Verfahrens wurde nach dem ersten Stich eine Zwischenwärmung für 15 Minuten bei 400°C durchgeführt. Durch diese Zwischenwärmung konnte das Auftreten der Kantenrisse weitgehend vermieden werden.

Versuche zur Herstellung von Nickelschaum haben bereits zu ersten brauchbaren Ergebnissen geführt.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den Fig. 1 und 2 dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 das Herstellen eines aufschäumbaren Integralmetallkörpers in einer Form,

Fig. 2 das Herstellungsverfahren eines aufschäumbaren Integralmetallkörpers durch Strangpressen.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, wird in eine Heißpreßvorrichtung 1 eine Schicht 2 aus treibmittelfreiem Metallpulver eingefüllt, anschließend eine Schicht aus treibmittelhaltigem Metallpulver 3 und schließlich wiederum eine Schicht 2' aus treibmittelfreiem Metallpulver. Nach Durchführung des erfindungsgemäßen Kompaktierungsverfahrens wird ein Preßling 4 erhalten, welcher gegebenenfalls zu einem weiteren Körper 5 umgeformt werden kann. Dieser Körper kann anschließend auch zu einem Körper 6 aufgeschäumt werden. Dabei bilden die treibmittelfreien Metallschichten jeweils eine feste, wenig poröse Bodenschicht 7 bzw. Deckschicht 8, zwischen denen sich eine hochporöse Metallschaumschicht 9 befindet.

Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von Integral-schäumen ist in Fig. 2 dargestellt. Hier wird die Öffnung 10 eines Strangpreßwerkzeuges 11 zunächst durch eine Scheibe aus massivem Metall 12 abgedeckt. Anschließend wird der Preßraum des Werkzeuges mit treibmittelhaltigem Metallpulver 13 gefüllt und die Pulvermischung unter einem Druck von etwa 60 MPa gesetzt. Durch Aufheizen des Werkzeuges mitsamt der Pulvermischung 13 wird die letztere verdichtet. Danach wird der Preßdruck so weit erhöht, daß der zentrale Bereich der Metallplatte 12, welche die Öffnung 10 des Werkzeuges verschleißt, durch diese Öffnung 10 hindurchfließt und diese so freigibt. Im weiteren Verlauf des Preßvorganges wird das aufschäumbare Halbzeug 14 gemeinsam mit dem Massivmaterial 12 durch die Öffnung 10 gepreßt, wobei das Massivmaterial 12 den aufschäumbaren Körper in Form einer äußeren Schicht 13 umschließt. Nach dem Aufschäumen dieses Verbundkörpers umgibt eine wenig poröse Schicht einen Kern aus hochporösem geschäumtem Metall.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung aufschäumbarer Metallkörper, bei dem eine Mischung aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabsplattenden Treibmittelpulver hergestellt und zu einem Halbzeug heißkompaktiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Heißkompaktierung bei einer Temperatur, bei der die Verbindung der Metallpulverteilchen überwiegend durch Diffusion erfolgt, und bei einem Druck stattfindet, der hoch genug ist, um die Zersetzung des Treibmittels zu verhindern derart, daß die Metallteilchen sich in einer festen Verbindung untereinander befinden und einen gasdichten Abschluß für die Gasteilchen des Treibmittels darstellen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur beim Heißkompaktieren oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Beendigung des Heißkompaktierens die Wärme- und Druckeinwirkung gleichzeitig aufgehoben werden und die vollständige Abkühlung des metallischen Körpers ohne Druckeinwirkung erfolgt.
4. Verfahren zur Herstellung aufschäumbarer Metallkörper, bei dem eine Mischung aus mindestens einem Metallpulver und mindestens einem gasabsplattenden Treibmittelpulver hergestellt wird, gekennzeichnet durch das Walzen dieser Mischung bei erhöhter Temperatur und bei einem Druck, der hoch genug ist, um die Zersetzung des Treibmittels

zu verhindern derart, daß die Metallteilchen sich in einer festen Verbindung untereinander befinden und einen gasdichten Abschluß für die Gasteilchen des Treibmittels darstellen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Walztemperatur bei den Materialien Aluminium und Titanhydrid 350°C bis 400°C beträgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulvermischung Verstärkungskomponenten, insbesondere hochfeste Fasern auf keramischer Basis oder Keramikpartikel, beigemischt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Schritt des Heißkompaktierens sich ein Verfahrensschritt anschließt, bei dem die Verstärkungskomponenten in einer Vorzugsrichtung ausgerichtet werden.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Treibmittelpulver mit unterschiedlichen Zersetzungstemperaturen verwendet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Heißkompaktieren in einer Form erfolgt, wobei die Pulvermischung ganz oder teilweise durch ein treibmittelfreies Metall oder Metallpulver umgeben ist.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Heißkompaktieren durch Strangpressen erfolgt, wobei der Pulvermischung ein treibmittelfreies Metallstück vorgelagert ist.

11. Verwendung des im Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche hergestellten metallischen Körpers zur Herstellung eines porösen Metallkörpers durch Aufheizen auf eine Temperatur oberhalb der Zersetzungstemperatur des Treibmittels und anschließendes Abkühlen des so aufgeschäumten Körpers.

12. Verwendung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufheiztemperatur im Temperaturbereich des Schmelzpunktes des verwendeten Metalles bzw. im Solidus-Liquidus-Intervall der verwendeten Legierung liegt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

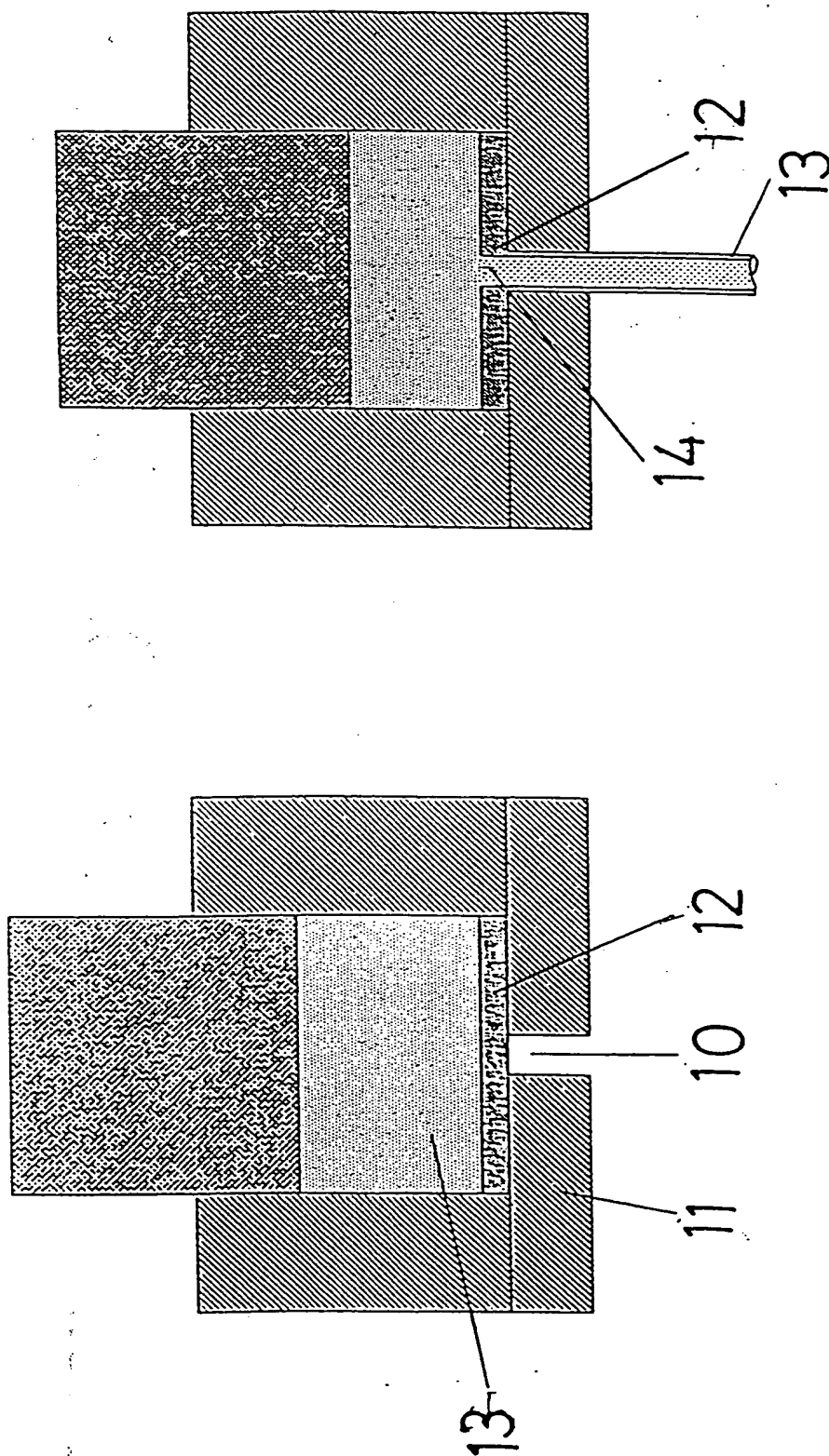


Fig. 2

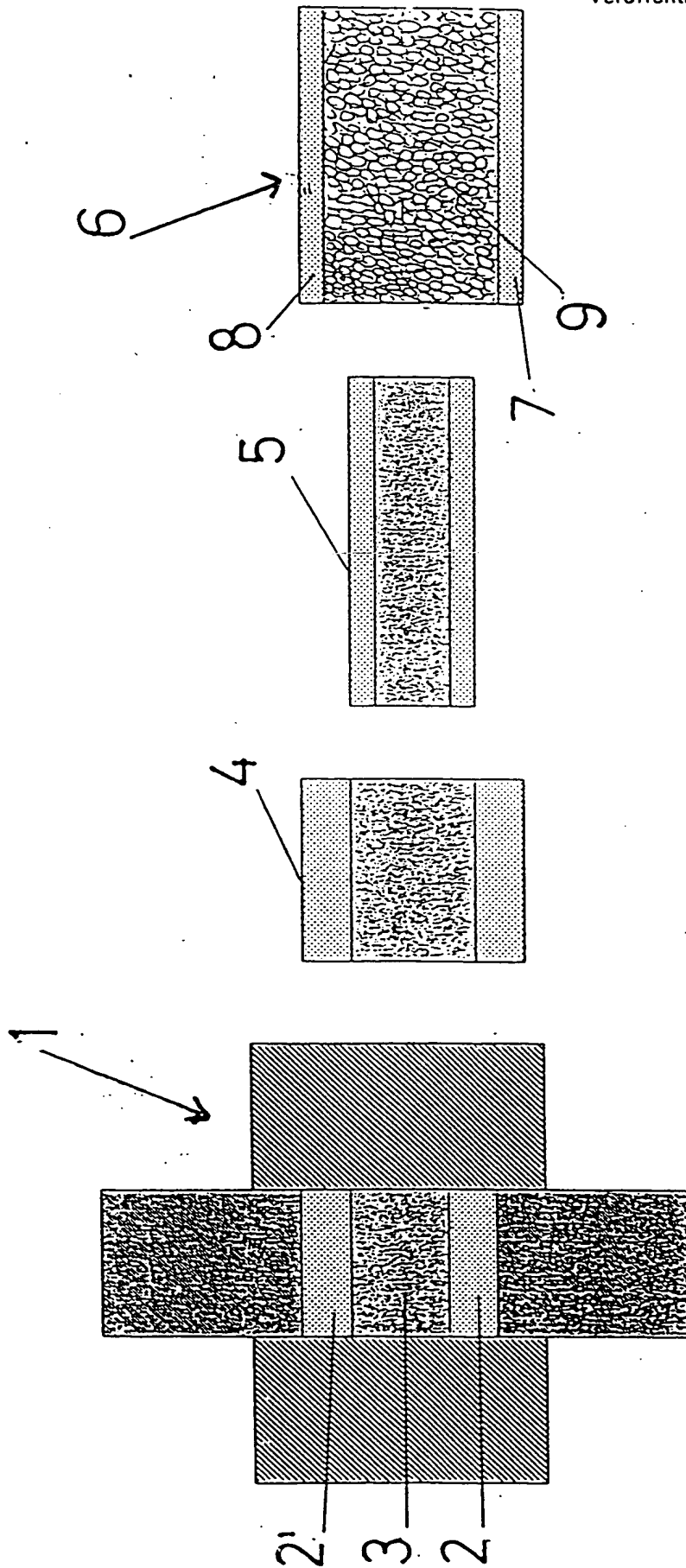


Fig. 1

